



# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 28 MAI 2003

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M+Leuc', enclosed within a large, loopy oval stroke.

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr





26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

**cerfa**  
N° 11354\*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 260899

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>30 JUIL 2002</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0209658</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <b>30 JUIL 2002</b>		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b> L'AIR LIQUIDE, SA Direction de la Propriété Intellectuelle 75, quai d'Orsay 75321 PARIS CEDEX 07	
<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b> S.6034 OP/MM			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date ____/____/____ <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> N° _____ Date ____/____/____			
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date ____/____/____			
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b> Echangeurs thermiques en cuivre brasés et leur procédé de fabrication par soudage			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR</b>		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		L'Air Liquide, Société Anonyme à Directoire et Conseil de Surveillance pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges Claude	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		5 . 5 . 2 . 0 . 9 . 6 . 2 . 8 . 1	
Code APE-NAF		2 . 4 . 1 . A	
Adresse	Rue	75, quai d'Orsay	
	Code postal et ville	75321	PARIS CEDEX 07
Pays		FRANCE	
Nationalité		française	
N° de téléphone (facultatif)		01 40 62 54 49	
N° de télécopie (facultatif)		01 40 62 56 95	
Adresse électronique (facultatif)			



# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

RÉMISE DES PIÈCES		Réservé à l'INPI	
DATE		06 JUIN 2002	
LIEU		75 INPI PARIS	
N° D'ENREGISTREMENT		0200053	
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		DB 540 W / 260899	
Vos références pour ce dossier : (facultatif)		S.6034 OP/MM	
<b>6 MANDATAIRE</b>			
Nom		PITTIS	
Prénom		Olivier	
Cabinet ou Société		L'AIR LIQUIDE S.A.	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		PG 10568	
Adresse	Rue	75, quai d'Orsay	
	Code postal et ville	75321	PARIS CEDEX 07
N° de téléphone (facultatif)		01 40 62 54 49	
N° de télécopie (facultatif)		01 40 62 56 95	
Adresse électronique (facultatif)			
<b>7 INVENTEUR (S)</b>			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire) Olivier PITTIS		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b> 	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

L'invention porte sur un procédé de soudage d'échangeurs thermiques en cuivre brasés, un procédé de fabrication par soudage d'échangeurs thermiques, les échangeurs obtenus par un tel procédé et leur utilisation pour la séparation des gaz, notamment de l'air.

Les échangeurs de chaleur ou échangeurs thermiques en cuivre sont habituellement fabriqués d'abord par empilage de plaques et d'ailettes qui sont brasées ensemble pour former une matrice, puis par rajout d'une ou plusieurs enceintes collectrices de fluide servant à collecter et à distribuer les fluides traités dans l'équipement.

De façon connue la ou les enceintes collectrices de fluide, encore appelés collecteurs, sont rapportées et fixées à la matrice brasée de l'échangeur par soudage.

Dans le cas général d'une liaison cuivre/cuivre par soudage, il est d'usage d'utiliser un alliage de cuivre (cupro-nickel ou cupro-aluminium...) comme produit d'apport car il sont plus facile à mettre en œuvre que le cuivre pur.

Cependant, dans le cas particulier de la jonction d'un ou plusieurs collecteurs à une matrice brasée lors de la fabrication d'un échangeur thermique, la soudure de liaison unissant le collecteur de fluide à la matrice croise nécessairement les interstices remplis de brasure qui relie entre elles les plaques et ailettes constitutives de cette partie de l'échangeur.

Actuellement, deux catégories d'alliages de brasure sont utilisés pour braser le cuivre, à savoir les alliages cuivre-argent qui sont fort coûteux et les alliages cuivre-phosphore qui sont beaucoup moins chers mais contiennent généralement une quantité de phosphore comprise entre environ 5% et environ 8% en poids. En effet, l'addition d'argent ou de phosphore permet d'abaisser significativement la température de fusion de l'alliage par rapport au cuivre pur, typiquement de plusieurs centaines de degrés Celsius, ce qui est indispensable pour pouvoir effectuer une opération de brasage.

Cependant, plusieurs problèmes se posent lorsque la matrice formée de plaques et d'ailettes brasées a été fabriquée en utilisant un brasage avec un alliage de cuivre additionné de phosphore.

5 En effet, lors du soudage de la matrice en cuivre brasée avec par exemple une enceinte collectrice en cuivre, la brasure de la matrice située au niveau du plan de joint devant être soudé va se retrouver mélangée à l'alliage de soudage utilisé pour réaliser le joint de soudure entre cette matrice brasée et la paroi de l'enceinte qui doit y être soudée.

10 Il peut alors se produire une vaporisation du phosphore engendrant un risque de porosité car la température du bain de soudage est beaucoup plus élevée que la température de brasage et surtout une fragilisation du joint de soudure ainsi réalisé avec les produits d'apport traditionnels car la solubilité du phosphore dans les alliages utilisés habituellement pour le soudage est très faible, ce qui est à l'origine d'importantes ségrégations de phosphore, lors de la solidification du joint, et par conséquent à la  
15 formation de zones fragiles très riches en phosphore.

Cela peut alors conduire à des phénomènes de fissuration du joint de soudure et il peut ensuite apparaître des fuites ou d'autres problèmes d'étanchéité sur l'échangeur ainsi fabriqué.

20 Le but de l'invention est alors de proposer un procédé de soudage amélioré applicable à la fabrication d'échangeurs thermiques en cuivre brasés permettant de pallier les problèmes susmentionnés, ainsi que des échangeurs améliorés obtenus par ce procédé, lesquels ne présentent pas de problèmes de fuite ou de mauvaise étanchéité.

25 Dit autrement, le problème qui se pose est de pouvoir souder efficacement des parties en cuivre d'échangeurs thermiques sans formation de zones fragiles riches en phosphore et donc de proposer un procédé de soudage d'échangeurs thermiques conduisant à l'obtention d'échangeurs présentant une résistance supérieure à celle des échangeurs dont les sous-parties qui les constituent ont été soudées par mise en oeuvre de procédés traditionnels.

L'invention concerne alors un procédé de soudage à l'arc d'au moins une pièce métallique sur une matrice comprenant au moins une zone brasée dont le brasage contient du cuivre et du phosphore, dans lequel :

5 (a) on réalise, sur au moins une partie de la zone brasée, un dépôt d'au moins une couche d'un alliage contenant du cuivre et plus de 1 % en poids d'étain, et

(b) on opère un soudage de la pièce métallique sur ladite au moins une couche d'alliage de cuivre et d'étain déposée à l'étape (a).

Dans le cadre de l'invention, les pourcentages (%) sont des pourcentages en poids.

10 Selon le cas, le procédé de l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques techniques suivantes :

- l'alliage de cuivre et d'étain contient au moins 1.05% d'étain, de préférence au moins 1.2 % d'étain.

15 - l'alliage de cuivre et d'étain contient moins de 10% d'étain, de préférence moins de 6% % d'étain.

- l'alliage de cuivre et d'étain contient au moins 80% en poids de cuivre, de préférence au moins 90% de cuivre.

- l'alliage de cuivre et d'étain contient moins de 1% en poids de phosphore.

20 - l'alliage de cuivre et d'étain contient de 2 % à 8 % en poids d'étain, de préférence de 3 à 6% d'étain.

- à l'étape (a), on réalise un dépôt de plusieurs couches à base d'alliage de cuivre et d'étain se superposant au moins partiellement les unes aux autres.

25 - le dépôt d'au moins une couche d'alliage de cuivre et d'étain de l'étape (a) est réalisé par (i) préchauffage local de la zone à revêtir d'alliage et (ii) apport et dépôt, sur la zone préchauffée à l'étape (i), de l'alliage de cuivre et d'étain fondu par un arc électrique.

- le préchauffage de l'étape (i) est opéré par mise en œuvre d'un ou plusieurs arcs électriques, de préférence au moins un arc généré par une torche de soudage TIG ou plasma.

5       - à l'étape (ii), l'apport d'alliage se fait sous la forme d'un fil fusible en alliage de cuivre et d'étain.

- à l'étape (ii), l'arc électrique permettant de fondre le fil fusible est généré par au moins une torche de soudage MIG ou TIG.

- la matrice brasée contient, en outre, au moins un élément de brasure choisi parmi Sn, Ag et Zn.

10       - l'alliage de cuivre et d'étain constituant la ou les couches déposées à l'étape (a) contient éventuellement au moins un élément additionnel choisi parmi le silicium, le manganèse, le fer et le nickel.

- le brasage contient de 3 à 10% de phosphore, de 0 à 15% d'argent et de 0 à 1% de nickel.

15       - la ou les couches déposées à l'étape (a) contiennent moins de 0.5% de manganèse, moins de 0.5% de silicium et moins de 0.05% de fer.

- à l'étape (b), on soude la pièce par un procédé MIG, TIG, plasma ou une combinaison de ces procédés, de préférence un procédé MIG pulsé.

20       - la matrice brasée est portée par un empilage de plusieurs plaques séparées par des ailettes formant entretoises entre lesdites plaques, lesdites ailettes et lesdites plaques étant basées les unes avec les autres de sorte de former ladite matrice brasée.

25       - la pièce est une partie constitutive d'un récipient collecteur et/ou distributeur de fluide formant une partie d'un échangeur thermique, de préférence ladite pièce est en cuivre ou en acier inoxydable.

- la couche déposée sur la matrice a une largeur suffisante pour permettre de réaliser un joint de soudage entre la pièce et ladite couche sans incorporation dans ledit joint d'éléments additionnels provenant de la zone brasée de la matrice.



L'invention concerne aussi un procédé de fabrication d'un échangeur thermique brasé en cuivre dans lequel on met en œuvre le procédé de soudage selon l'invention pour souder au moins un récipient, de préférence en cuivre, collecteur et distributeur de fluide de l'échangeur sur un empilage de plaques séparées par des ailettes formant entretoises entre lesdites plaques et portant au moins une matrice brasée.

L'invention porte aussi sur un échangeur thermique en cuivre comprenant au moins un récipient collecteur et distributeur de fluide soudé sur une matrice brasée portée par un empilage de plusieurs plaques séparées par des ailettes formant entretoises entre lesdites plaques, caractérisé en ce que ledit récipient est soudé sur au moins une couche d'un alliage contenant du cuivre et plus de 1 % en poids d'étain, ladite au moins une couche de cuivre et d'étain étant déposée sur ladite matrice brasée.

Selon un autre aspect, l'invention porte aussi sur une installation de séparation de fluide, en particulier de mélanges gazeux, comprenant au moins un échangeur selon l'invention, de préférence ladite installation est une unité de séparation cryogénique d'air.

Selon encore un autre aspect, l'invention concerne un procédé de séparation de fluide, en particulier de mélanges gazeux dans lequel on utilise au moins un échangeur thermique selon l'invention, de préférence le fluide est de l'air.

L'invention est illustrée sur les figures ci-annexées.

Sur la figure 1, on a représenté le principe de l'invention applicable au soudage d'une pièce 1, par exemple une enceinte de collecte et distribution de fluide pour échangeur thermique, sur une matrice 2 brasée 3, telle la matrice brasée 3 d'un échangeur de chaleur formée par brasage d'un empilage de plaques 11 séparées par des ailettes 12 formant entretoises, comme détaillé en figure 2.

Pour éviter les problèmes de fissuration de la soudure 4 susmentionnés, la pièce 1 n'est pas soudée directement sur la matrice 2 comportant la zone brasée 3 formée d'un alliage de cuivre contenant en général moins de 10% phosphore et éventuellement d'autres composés, comme couramment opéré dans l'art antérieur.

En effet, en procédant comme connu de l'art antérieur, il a été constaté qu'au moment du soudage du collecteur sur la matrice brasée d'un échangeur, une faible épaisseur de l'échangeur brasé (matrice) est fondue par la soudure en fusion et de la brasure se trouve alors mélangée au dépôt de métal (joint de soudure) mais pas de  
5 manière homogène dans l'ensemble du dépôt.

Localement, dans le métal fondu au voisinage de la brasure, il se produit alors un enrichissement en éléments contenus dans la brasure. Parmi ces éléments, les inventeurs de la présente invention ont mis en évidence que le phosphore est celui qui est à l'origine des problèmes de fissuration se posant dans l'art antérieur si la  
10 concentration locale en phosphore dépasse la limite de solubilité dans "l'alliage local" résultant du mélange non homogène du métal déposé, du cuivre de l'échangeur et de la brasure.

Selon l'invention, pour éviter ce problème de fissuration dû au phosphore, on réalise d'abord un dépôt d'une ou plusieurs couches 5,6,7 superposées d'un alliage de  
15 cuivre et d'étain (plus de 1 % en poids) sur la face de la matrice 2 comportant le brasage 3 de manière à constituer une assise sur laquelle on soude ensuite la pièce 1 ; ces couches 5,6,7 superposées de cuivre recouvrant la surface brasée 3 sont appelées couches de "beurrage".

De cette façon, le dépôt de couches 5, 6, 7 de "beurrage", opéré sur la  
20 surface sur laquelle aboutissent les interstices brasés 3 de la matrice 2 constitue une barrière isolante permettant d'éviter toute contamination éventuelle du joint 4 de soudure par des résurgences d'éléments nuisibles provenant de la brasure 3, lors du soudage subséquent de la pièce 1 sur les couches 5 à 7 de beurrage.

En effet, les couches 5 à 7 de cuivre ainsi formées peuvent admettre une  
25 quantité importante de polluants, en dilution, sans pour autant s'en trouver fortement détériorées.

Selon l'invention, la pièce 1 est donc soudée selon le joint 4 de soudure, sur la ou les couches 5 à 7 de beurrage préalablement déposées sur la matrice brasée 3, et non pas directement sur la zone brasée 3, comme classiquement réalisé dans l'art  
30 antérieur.

Par ailleurs, la difficulté de souder le cuivre avec un produit d'apport en cuivre vient de ce que le cuivre fond et se solidifie à une température fixe et non dans un intervalle de température comme la plupart des alliages. De ce fait, le bain de soudage est très difficile à manier pour un soudeur et les cordons obtenus sont en général mal "mouillé", c'est-à-dire présentent un mauvais raccordement des cotés du cordon sur le métal de base, et présentent, en outre, souvent des défauts du type collage, c'est-à-dire que le métal d'apport est "posé" sur le métal de base sans fusion de ce dernier.

On peut tenter de s'affranchir de ces problèmes en effectuant un préchauffage de l'échangeur mais cette opération est très difficile à conduire car, du fait de la très bonne conductibilité thermique du cuivre, la chaleur apportée dans la zone de soudage diffuse très rapidement dans l'ensemble de l'échangeur, ce qui oblige à porter l'ensemble de l'échangeur à la température de préchauffage, par exemple à 300°C. On comprend dès lors que procéder de la sorte est long, coûteux et peut être à l'origine de défaut dans le beurrage car cela provoque l'oxydation de la surface sur laquelle on veut déposer les cordons de soudage.

Pour éviter tous ces inconvénients, des essais de mise en œuvre de l'invention ont montré que l'on pouvait se dispenser de préchauffer la zone à souder, si l'on faisait précéder de quelques centimètres la torche MIG d'un arc électrique, par exemple TIG ou plasma déconfiné, ou de plusieurs disposés transversalement ou longitudinalement par rapport à la direction de soudage, ce qui assure un préchauffage très local mais efficace car la chaleur ainsi apportée par l'arc ou les arcs de préchauffage n'a pas le temps de diffuser significativement dans la masse de l'échangeur, du fait du peu de temps qui s'écoule entre le passage de préchauffage du ou des arcs TIG ou plasma et le passage de la torche MIG qui dépose le métal d'apport.

Une autre solution donnant satisfaction consiste à utiliser une torche hybride plasma-MIG qui se caractérise par un arc plasma qui entoure le fil d'apport et l'arc MIG.

Lorsqu'on souhaite minimiser les pollutions, plusieurs passes de soudage sont avantageuses car elles permettent d'obtenir plusieurs couches 5 à 7 de "beurrage" superposées.

Bien entendu, les couches 5 à 7 de beurrage ont une largeur suffisante et seront réalisées avec un alliage de cuivre et de plus de 1% d'étain, de préférence de

l'ordre de 3 à 6% d'étain, pour lequel la limite de solubilité du phosphore est encore suffisamment importante à la température de solidification, par exemple une solubilité de 0,5 à 1%, pour que le phosphore provenant de la brasure et introduit dans la couche de beurrage 5 puisse se diluer de manière suffisante pour éviter la formation de fissure et qu'une soudure additionnelle 4 puisse être réalisée sans risque pour l'intégrité de la structure.

Ce procédé est particulièrement bien adapté à la fabrication d'échangeurs thermiques brasés utilisables pour séparer les gaz, en particulier par voie cryogénique au sein de colonnes de distillation cryogénique.

La structure détaillée d'un échangeur thermique ne sera pas décrite ci-après car elle est bien connue dans l'industrie et est par ailleurs visible notamment sur le site internet [www.alpema.org](http://www.alpema.org) ou décrite dans "The Standards of the Brazed Aluminium Plate-Fin Heat Exchanger Manufacturers Association", ALPEMA, Second Edition, 2000.

La structure détaillée de la zone brasée d'un échangeur 10 en cuivre de ce type, vue en coupe transversale, est schématisée sur les figures 2 et 3 où l'on voit qu'il comprend un empilement de plaques ou feuilles métalliques 11 séparées les unes des autres par des ailettes 12 formant entretoises entre lesdites plaques 11. Lesdites ailettes 12 sont brasées au niveau des extrémités des plaques 11 de sorte d'y former une matrice 2 brasée 3 (voir aussi figure 1) sur laquelle doit être soudée une ou des structures ou enceintes 1 servant à collecter et à distribuer les fluides dans l'échangeur 10.

Selon l'invention, les couches 5 à 7 de "beurrage" sont réalisées sur la surface externe de cette zone brasée 3 de la matrice 2 de l'échangeur 10, comme expliqué ci-dessus en relation avec la figure 1, avant le soudage de ladite structure ou enceinte de collecte et distribution de fluide sur cette ou ces couches 5 à 7 de "beurrage" pouvant contenir des éléments d'alliage ou des impuretés inévitables.

Comme expliqué ci-dessus, pour réaliser la ou les passes de "beurrage", on opère d'abord un préchauffage localisé de la zone à revêtir, puis un dépôt d'alliage Cu/Sn fondu sur cette zone préchauffée, ledit alliage Cu/Sn étant amené sous la forme d'un fil fusible dont la fusion est obtenue par mise en œuvre d'un arc électrique, en particulier au moyen d'une torche MIG. Le procédé MIG est préféré car ce procédé de

soudage engendre des mouvements du bain liquide de métal en fusion plus important que le procédé TIG, ce qui conduit à éviter une concentration localisée de certains éléments néfastes, tels le phosphore, en particulier dans les zones du cordon de "beurrage" 5 au croisement de la brasure.

5                   Lors d'essais de mise en œuvre de l'invention, il a été constaté qu'un alliage de type Cu-Sn6P, c'est à dire contenant environ 6 % d'étain, moins de 1% de phosphore et du cuivre pour le reste (jusqu'à 100% en poids), hormis éventuellement des impuretés inévitables, peut admettre une quantité relativement importante de phosphore en dilution.

10                   De plus, cet alliage Cu-Sn6P a une température de fusion inférieure au cuivre pur et donc plus proche de l'alliage de brasage (température solidus 900°C et liquidus 1050°C à comparer à 1083°C pour le cuivre pur ).

Cet alliage conduit de plus une amélioration du « mouillage » ainsi qu'à une pénétration efficace de l'alliage fondu dans les lacunes des joints brasés.

15                   La conductivité thermique de cet alliage Cu-Sn6P est de 57 W/m.K à température ambiante contre 380 W/m.K pour le cuivre pur. Cet alliage est donc plus facile à souder que le cuivre pur et peut donc être déposé par un procédé de soudage MIG mais aussi un procédé de soudage TIG avec un préchauffage modéré.

20                   Par ailleurs, cet alliage permet de réaliser le beurrage mais ses caractéristiques permettent aussi de l'utiliser pour réaliser la soudure de fermeture de la boîte. Cet alliage a aussi de très bonnes caractéristiques mécaniques à température cryogénique.

Cet alliage est normalisé dans l'AWS sous le nom Er Cu Sn-A et suivant le BS2901 part 3 grade C11.

25                   Toutefois, pour effectuer le soudage de la pièce (récipient collecteur) sur la zone brasée revêtue de cuivre, on peut aussi utiliser une torche de soudage à l'arc, telle une torche MIG (Metal Inert Gas), TIG (Tungsten Inert Gas), plasma ou des combinaisons de telles torches, par exemple une torche plasma-MIG ou des torches MIG-TIG, et amener en complément un produit d'apport de type cuivre/nickel ou  
30                   cuivre/aluminium ou, lorsque l'on souhaite assurer une liaison entre la zone recouverte de cuivre et une pièce en acier inoxydable, tel un collecteur de fluide, on peut être

amené à utiliser d'autres produits d'apport du type nickel ou alliages de nickel. En effet, dans le cas de la fabrication d'un échangeur thermique, on peut choisir soit de souder directement le collecteur de fluide en acier inoxydable sur les couches de cuivre 5, 6, 7, soit de souder (via un joint de soudage 20) le collecteur 21 de fluide en acier inoxydable sur une pièce intermédiaire en cuivre 1 qui est elle-même soudée sur les couches de cuivre 5, 6, 7, ainsi que montré en figure 3.

Le procédé de soudage de l'invention est particulièrement bien adapté à la fabrication d'échangeurs thermiques brasés utilisables pour séparer les gaz de l'air, en particulier par voie cryogénique au sein de colonnes de distillation cryogénique, car ces échangeurs seront plus résistants aux problèmes de fissuration que les échangeurs classiques.

### REVENDICATIONS

1. Procédé de soudage à l'arc d'au moins une pièce (1) métallique sur une matrice (2) comprenant au moins une zone brasée (3) dont le brasage contient du cuivre et du phosphore, dans lequel :

5 (a) on réalise, sur au moins une partie de la zone brasée (3), un dépôt d'au moins une couche (5, 6, 7) d'un alliage contenant du cuivre et plus de 1 % en poids d'étain, et

(b) on opère un soudage de la pièce (1) métallique sur ladite au moins une couche d'alliage de cuivre et d'étain (5, 6, 7) déposée à l'étape (a).

10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'alliage de cuivre et d'étain contient au moins 1.05% d'étain, de préférence au moins 1.2 % d'étain et/ou l'alliage de cuivre et d'étain contient moins de 10% d'étain.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'alliage de cuivre et d'étain contient au moins 80% en poids de cuivre, de préférence au  
15 moins 90% de cuivre.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'alliage de cuivre et d'étain contient moins de 1% en poids de phosphore.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'alliage de cuivre et d'étain contient de 2 % à 8 % en poids d'étain, de préférence de  
20 l'ordre de 3 à 6 % d'étain.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'à l'étape (a), on réalise un dépôt de plusieurs couches (5,6,7) à base d'alliage de cuivre et d'étain se superposant au moins partiellement les unes aux autres.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le  
25 dépôt d'au moins une couche (5, 6, 7) d'alliage de cuivre et d'étain de l'étape (a) est réalisé par (i) préchauffage local de la zone à revêtir d'alliage et (ii) apport et dépôt, sur la zone préchauffée à l'étape (i), de l'alliage de cuivre et d'étain fondu par un arc électrique.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que le préchauffage de l'étape (i) est opéré par mise en œuvre d'un ou plusieurs arcs électriques, de préférence au moins un arc généré par une torche de soudage TIG ou plasma.

5 9. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'à l'étape (ii), l'apport d'alliage se fait sous la forme d'un fil en alliage de cuivre et d'étain.

10. Procédé selon l'une des revendications 7 ou 9, caractérisé en ce qu'à l'étape (ii), l'arc électrique permettant de fondre le fil fusible est généré par au moins une torche de soudage MIG ou TIG.

10 11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que ladite au moins une couche d'alliage de cuivre et d'étain (5, 6, 7) déposée à l'étape (a) présente une limite de solubilité du phosphore comprise entre environ 0.1 et 3.5 % à la température de solidification.

15 12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la matrice (2) brasée (3) est portée par un empilage de plusieurs plaques (11) séparées par des ailettes (12) formant entretoises entre lesdites plaques (11), lesdites ailettes (12) et lesdites plaques (11) étant basées les unes avec les autres de sorte de former ladite matrice (2) brasée (3) et/ou en ce que la pièce (1) est une partie constitutive d'un récipient collecteur et/ou distributeur de fluide formant une partie d'un échangeur thermique, de préférence ladite pièce (1) est en cuivre ou en acier inoxydable.

20 13. Procédé de fabrication d'un échangeur thermique brasé en cuivre dans lequel on met en œuvre le procédé de soudage selon l'une des revendications 1 à 12 pour souder au moins un récipient (1), de préférence en cuivre, collecteur et distributeur de fluide de l'échangeur (10) sur un empilage de plaques (11) séparées par des ailettes (12) formant entretoises entre lesdites plaques (11) et portant au moins une matrice (2) brasée (3).

25 14. Echangeur thermique (10) en cuivre comprenant au moins un récipient (1) collecteur et distributeur de fluide soudé (en 4) sur une matrice (2) brasée (3) portée par un empilage de plusieurs plaques (11) séparées par des ailettes (12) formant entretoises entre lesdites plaques (11), caractérisé en ce que ledit récipient (1) est soudé sur au moins une couche (5,6,7) d'un alliage contenant du cuivre et plus de 1% en poids



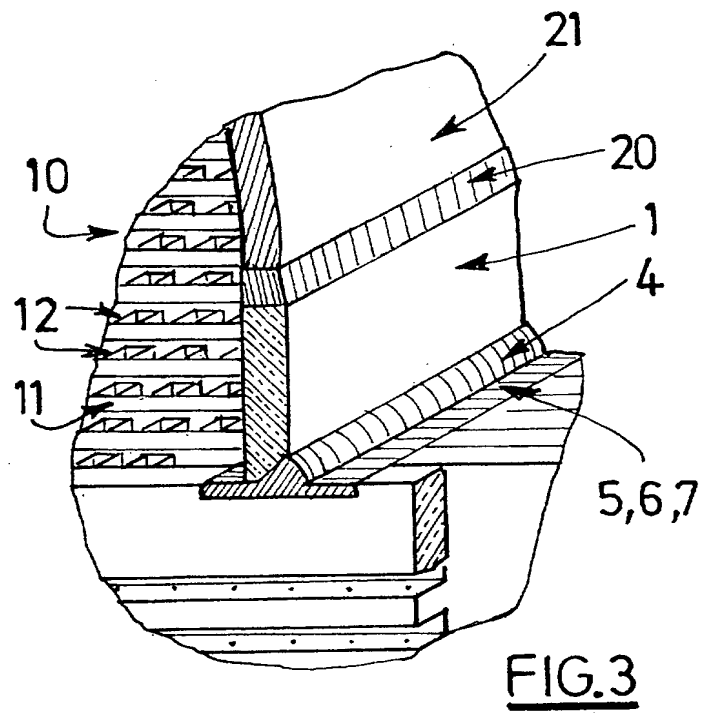
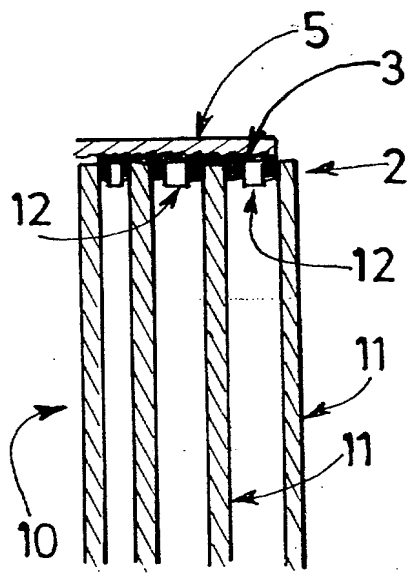
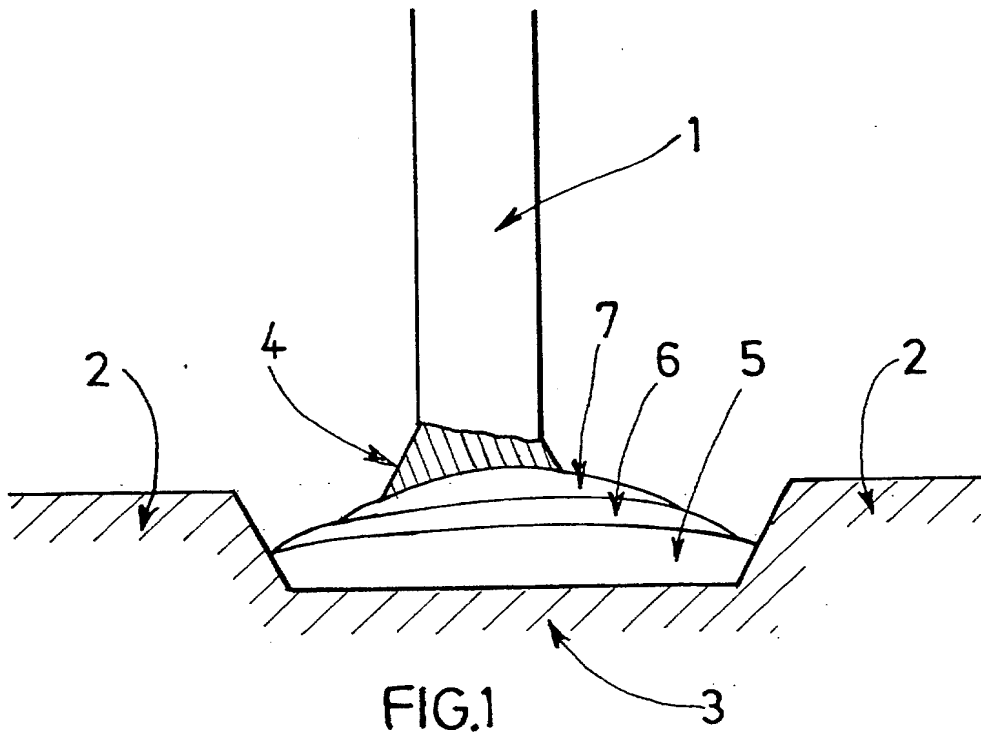
d'étain, ladite au moins une couche (5,6,7) de cuivre et d'étain étant déposée sur ladite matrice (2) brasée (3).

15. Echangeur selon la revendication 14, caractérisé en ce que le récipient (1) collecteur et distributeur de fluide soudé (en 4) est en cuivre ou en acier inoxydable.

5                    16. Installation de séparation de fluide, en particulier de mélanges gazeux, comprenant au moins un échangeur (10) selon l'une des revendications 14 ou 15, de préférence ladite installation est une unité de séparation cryogénique d'air.

10                   17. Procédé de séparation de fluide, en particulier de mélanges gazeux dans lequel on utilise au moins un échangeur (10) thermique selon l'une des revendications 14 ou 15, de préférence le fluide est de l'air.

1/1





reçue le 21/08/02

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11 235\*02

**DÉPARTEMENT DES BREVETS**26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 1. / 1.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 113 W / 260899

<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif)		S.6034 OP/MM	
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		0205 688	
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum) Echangeurs thermiques en cuivre brasés et leur procédé de fabrication par soudage			
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b> L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME A DIRECTOIRE ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE 75 quai d'Orsay 75321 PARIS CEDEX 07 France			
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b> (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
<b>Nom</b>		BONNET	
<b>Prénoms</b>		Christian	
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	32 rue de la Mare	
	<b>Code postal et ville</b>	95650	PUISEUX-PONTOISE
<b>Société d'appartenance</b> (facultatif)			
<b>Nom</b>		FORTAIN	
<b>Prénoms</b>		Jean-Marie	
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	30 Chemin des Côtes Bizières	
	<b>Code postal et ville</b>	95520	OSNY
<b>Société d'appartenance</b> (facultatif)			
<b>Nom</b>		WAGNER	
<b>Prénoms</b>		Marc	
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	19 rue Louis Dupré	
	<b>Code postal et ville</b>	94100	SAINT MAUR
<b>Société d'appartenance</b> (facultatif)			
<b>DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire) 30 juillet 2002  Olivier PITTIS			

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

